

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-256725

(43)Date of publication of application : 14.11.1986

(51)Int.Cl.

H01L 21/302  
C23F 1/00

(21)Application number : 60-097732

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 10.05.1985

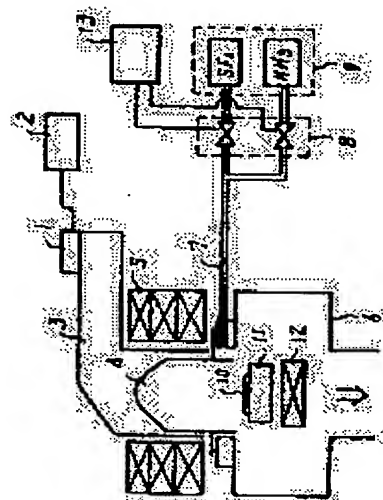
(72)Inventor : TSUJIMOTO KAZUNORI  
TAJI SHINICHI  
NINOMIYA TAKESHI  
SUZUKI KEIZO  
OKUDAIRA SADAYUKI  
NISHIMATSU SHIGERU

## (54) DRY ETCHING METHOD

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable the process according to the mask size by introducing ammonium gas into a vacuum chamber alternately with a halogen gas when the gas including a halogen element is introduced in the vacuum chamber to produce a plasma and the etched material is subjected to dry etching therein.

**CONSTITUTION:** In the vacuum chamber 6 comprising a discharge tube 4 projecting to the upper side and having electromagnets 5 arranged on its periphery, a sample table 11 provided with a permanent magnet 12 arranged on the lower side is arranged. On that table, the sample to be etched 10 which is easy to produce side etching such as W, Mo, and Ti is placed. Next, a halogen gas such as SF<sub>6</sub> is introduced into the vacuum chamber 6 from a gas source 9 through a pipe 7 and at the same time, a microwave from a microwave oscillator 1 connected to a power source 2 is made incident into the discharge tube 4 through a waveguide 3. At that time, NH<sub>3</sub> gas is also contained in the gas source 9 and these gasses are introduced alternately while a flow control valve 8 controlled by a controller 13 is actuated to prolong the time for the NH<sub>3</sub> gas.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY



[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-256725

⑮ Int. Cl.

H 01 L 21/302  
C 23 F 1/00  
H 01 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

F-8223-5F  
6793-4K  
A-8223-5F

⑯ 公開 昭和61年(1986)11月14日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑰ 発明の名称 ドライエツチング方法

⑱ 特 願 昭60-97732

⑲ 出 願 昭60(1985)5月10日

⑳ 発 明 者 辻 本 和 典 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中  
央研究所内㉑ 発 明 者 田 地 新 一 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中  
央研究所内㉒ 発 明 者 二 宮 健 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中  
央研究所内㉓ 発 明 者 鈴 木 敬 三 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中  
央研究所内

㉔ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉕ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名  
最終頁に続く

## 明 細 書

発明の名称 ドライエツチング方法

## 特許請求の範囲

1. 真空室内に少なくともハロゲン元素を含むガスを導入しガスプラズマを発生させそのプラズマ中で被エツチング材料をドライエツチングする方法において、エツチング中に前記ハロゲン元素を含むガスとアンモニアガスとを交互に真空室内に導入し、前記被エツチング材料がハロゲン元素を含むガスプラズマと、アンモニアガスプラズマに交互にさらされることを特徴とするドライエツチング方法。

2. 特許請求の範囲第1項に記載のハロゲン元素を含むガスとアンモニアガスとを真空室内に導入する時間は、少なくとも周期的であり1周期の時間の中でアンモニアを導入する時間の方が、ハロゲン元素を含むガスを導入する時間よりも長いことを特徴とするドライエツチング方法。

## 発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明は、LSI製造プロセスにおけるドライエツチング方法に係り、特に微細パターンを高精度に形成するのに好適なエツチングガス導入法に関する。

## (発明の背景)

ドライエツチングにおいて寸法精度の向上を図る方法には、従来、ソリッド・ステイト・テクノロジー(Solid State Technology)1984年4月第235~242頁のように、2種以上のガスを同時に真空室内に導入する方法があつた。この場合、Wシリサイドとポリシリコンの2層ゲート(ポリサイドゲートとも言う)を、SF<sub>6</sub>+C<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>

(フレオン115)の2種類の混合ガスのプラズマ中でドライエツチングし、エツチング形状の制御、特にサイドエツチの抑制を行つている。Wシリサイド、およびポリシリコンはいずれもSF<sub>6</sub>。単独ガスプラズマ中でエツチングが可能であるが、この場合にはサイドエツチ量が非常に大きくなる欠点がある。そこで、前記引例ではサイドエツチを抑制するための混合ガスとしてC<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>を用い、



SF<sub>6</sub>とC<sub>2</sub>ClF<sub>5</sub>の混合比率を最適化することによつてWサイド、およびポリシリコンのサイドエッチ量を減少させている。

Wゲートのドライエッチングにおいても、そのエッチング主ガスとしてSF<sub>6</sub>ガスを用いることができる。この場合、前記ポリサイドのエッチングと同様にサイドエッチング量が片側0.2～0.3 μmと大きいことが欠点である。筆者らは、Wのサイドエッチを抑制するための混合ガスとして、C<sub>2</sub>ClF<sub>5</sub>を始め各種ガスをSF<sub>6</sub>に加える方法を検討したが、前記引例のポリサイドの場合とは異なり、サイドエッチ抑制効果は認められなかった。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、前記のようにサイドエッチを生じやすいW、Mo、Tiおよびこれらのシリサイドのドライエッチングにおいて、サイドエッチ量を大巾に減少させ、ほぼマスク寸法通りの高精度加工を達成できるエッチング方法を提供することにある。

中では、Wの側壁も平面部も窒化されるが、平面部に形成された窒化膜は次のサイクルのSF<sub>6</sub>プラズマ中のイオン照射によつて除去される。一方、W側壁ではほとんどイオン照射がないためW窒化膜は除去されにくい。

また、SF<sub>6</sub>とアンモニアを同時に真空室内に導入し、これらの混合ガスプラズマ中でWのエッチングを行つたが、この場合にはWの窒化膜が形成されにくく、Wのサイドエッチを抑制する効果はほとんどなかった。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例を説明する。

##### 〔実施例1〕

第1図は本発明を用いたプラズマエッチング装置の一構成例である。プラズマ発生手段は有磁場マイクロ波放電であり、被エッチング材料はWである。ガス源9はSF<sub>6</sub>とアンモニアの2系統とした。ガス流量はガス流量調整弁8で調整し、コントローラ13によつてSF<sub>6</sub>とアンモニアを間欠的に供給できるようになっている。

#### 〔発明の概要〕

Wのサイドエッチを抑制する1つの方法として、Wの側壁にエッチングされにくい物質を形成する方法が考えられる。W側壁に形成できるエッチングされにくい物質として、Wの窒化物、窒化物、あるいは炭素化合物系の重合膜等が考えられるが、これらの中でWの窒化物がアンモニアガスプラズマ中で効率良く形成できることを見出した。一方、窒素プラズマ中でのWの窒化も検討したが、ほとんど窒化物は形成できなかった。

以上のような実験結果に基づいて、Wエッチング中に、W側壁にアンモニアガスプラズマによつてW窒化物を形成しながら、マスクの下の横方向へのエッチングを抑制し、サイドエッチの少ないエッチングを達成することを考えた。これを実際に行うためには、SF<sub>6</sub>とアンモニアを交互に真空室内に導入し、SF<sub>6</sub>のプラズマを発生させている間にWのエッチングを進行させ、アンモニアのプラズマの発生中にWの側壁を窒化させるという方法をくり返せば良い。アンモニアのプラズマ

第2図は、SF<sub>6</sub>とアンモニアを流す時間、およびガス流量の変化量を示したものである。SF<sub>6</sub>およびアンモニアのガス流量は真空室6内の分圧でそれぞれ $1 \times 10^{-3}$  Torrとした。SF<sub>6</sub>とアンモニアを真空室内に導入する時間は、1周期25 secの中でそれぞれ5 sec および20 sec とした。

第3図(a)は第2図に示した条件でエッチングした場合のWゲートの断面を模式的に示した図であるが、W側壁へW窒化膜21が形成されサイドエッチが抑制されたため、ほぼマスク寸法通りにエッチングされた。

第3図(b)は、第2図に示したものと同一のガス流量で、SF<sub>6</sub>とアンモニアを真空室内に導入する時間を1周期25 secの中でそれぞれ20 sec および5 sec とした場合のエッチング後のWゲート断面図である。この場合には顕著なサイドエッチ抑制の効果は認められない。

#### 〔実施例2〕

実施例1で第2図に示した条件を第4図のように変えた場合も、Wのサイドエッチが低減できた。





ただし、Wのエッチ速度は30～40%程度減少した。

#### 【実施例3】

実施例1で第1図に示したマイクロ波プラズマエッチング装置の替わりに、第5図に示したような通常の反応性スパッタ装置を用いた場合にも、Wのサイドエッチ抑制効果が認められた。ただし、アンモニアガスの分解効率がマイクロ波プラズマエッチング装置よりも低いためWの窒化の効率も減少し、実施例1よりも若干サイドエッチが増大した。

#### 【実施例4】

実施例1に示したWの替わりに、Ti、Ta、Si、あるいはW、Ti、TaのSi化合物を被エッチング材料とした場合にも同様のサイドエッチ抑制効果が認められた。ただし、それぞれの材料における窒化の効率が異なるため、SF<sub>6</sub>とアンモニアのガス流量をそれぞれの材料で若干変更する必要があった。

#### 【実施例5】

定値を説明する図、第3図(a)は第2図に示した条件でエッチングした場合のWゲート断面の模式図、第3図(b)はSF<sub>6</sub>とアンモニアを交互に流す時間間隔が不適当な場合のWゲート断面の模式図、第4図はアンモニアを連続的に供給する場合の説明図、第5図は本発明に用い得る反応性スパッタ装置の概略図。

1…マイクロ波発振器、2…マイクロ波発振器用電源、3…導波管、4…放電管、5…電磁石、6…真空室、7…配管、8…ガス流量調整弁、9…ポンプ、10…試料、11…試料台、12…永久磁石、13…コントローラ、14…エッチングマスク、15…タングステン(W)、16…シリコン酸化膜、17…下部電極、18…上部電極、19…ブロッキングコンデンサ、20…高周波電源、21…W窒化膜。

代理人 弁理士 小川勝男

実施例1に示したSF<sub>6</sub>の替わりに、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>等の弗素を含むガスを用いた場合も、同様のサイドエッチ抑制効果が認められた。

#### 【実施例6】

Siエッチングにおいて、CCl<sub>4</sub>とアンモニアを実施例1のごとく交互に真空室内に導入してエッチングを行った。この場合もSi側壁に窒化Siが形成され、サイドエッチ抑制効果が認められた。

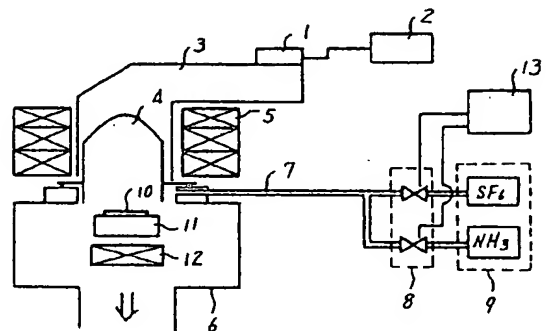
#### 【発明の効果】

本発明によれば、弗素を含むガスでドライエッチングした場合に特にサイドエッチを生じやすい、W、Ti、Ta、Siあるいは、それらの化合物の高精度エッチングができるので、0.8 μm～0.5 μm領域の極微細配線パターンの形成を可能にできる効果がある。

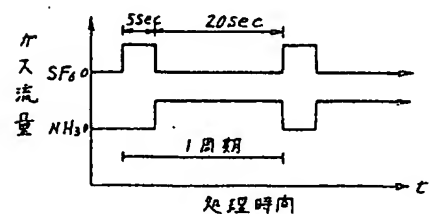
図面の簡単な説明

第1図は本発明に用いるマイクロ波プラズマエッチング装置の概略図、第2図はSF<sub>6</sub>とアンモニアを交互に流す時間間隔、およびガス流量の設

第1図

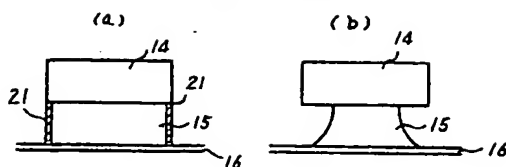


第2図

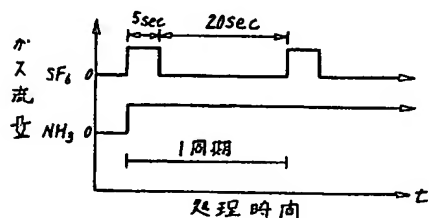




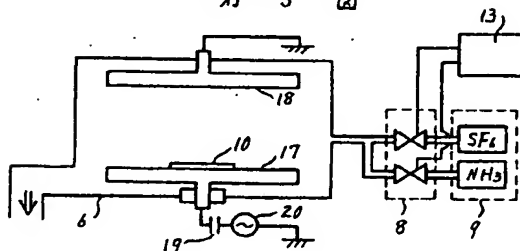
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 1 頁の続き

⑫発 明 者 奥 平

定 之

国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地 株式会社日立製作所中  
央研究所内

⑬発 明 者 西 松

茂

国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地 株式会社日立製作所中  
央研究所内

